

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-039110

(43)Date of publication of application : 08.02.1990

(51)Int.Cl. G02B 6/36  
G02B 6/10  
// G02B 6/42

(21)Application number : 63-188306

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 29.07.1988

(72)Inventor : ANDO HARUYASU

## (54) OPTICAL FIBER TERMINAL FOR OPTICAL SEMICONDUCTOR ELEMENT MODULE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To easily adjust optical axes, to simplify constitutional parts and to reduce the cost of the title terminal by thinly forming a multi-mode optical fiber like a taper and joining a single mode optical fiber with a part having the same diameter as the core diameter of the single mode optical fiber.

**CONSTITUTION:** The multi-mode optical fiber 4 having a prescribed core diameter H1 is heated and extended by a burner 5 to form a taper part 6 and the core diameter H2 of the taper part 6 is allowed to coincide with the core diameter H3 of the single mode optical fiber 7. The fiber 4 is cut off at the approximately center position of the taper part 6, the end face of the cut part is abutted upon the end face of the single mode optical fiber 7 to allow respective optical axes to coincide with each other and then the abutted end faces are joined by fusion splice based upon discharge between electrodes 5a. The multi-mode optical fiber 4 is bonded and fixed in a ferrule by a bonding agent 9. Consequently, the optical axes can be easily adjusted without using expensive equipment for assembling and the cost of the device can be reduced.



Description

1. Description

OPTICAL FIBER TERMINAL FOR OPTICAL SEMICONDUCTOR ELEMENT  
MODULE

2. Claim for the Patent

An optical fiber terminal for an optical semiconductor element module comprising a multi-mode optical fiber which is formed into a thinly tapered shape, and a single-mode optical fiber which is joined to a portion of the multi-mode optical fiber at which a core diameter of the multi-mode optical fiber becomes equal to that of the single-mode optical fiber.

3. Detailed Description of the Invention

[Industrial Application Field]

The present invention relates to an optical fiber terminal for an optical semiconductor element module, which has simplified the adjustment of optical axes in an optical coupled system in particular, in an optical semiconductor element module for optical communication.

[Conventional Art]

The application region of the single-mode optical fiber has started from a trunk line and is being expanded to a branch line and a subscriber line. As the application region is expanded, an optical semiconductor element module is increasingly demanded which has a low optical output only for short distance

communication and is inexpensive. In this optical semiconductor element module, if an optical semiconductor element, a light condensing element (lens system) and an optical fiber could be easily assembled, the inexpensive optical semiconductor element module having a reduced cost can be achieved.

However, in the optical semiconductor element module using a single-mode optical fiber, the tolerance of the deviation of optical axes in a coupled system is severe compared to the case where a multi-mode optical fiber is used, and the accuracy of dimension and assembly precision of the components are strongly required. For this reason, it has been difficult to lower the price of the module for the single mode fiber.

Figure 5 shows an example of a structure of the optical coupled system of the conventional optical semiconductor element module, in which the light that has been emitted from an optical semiconductor element 1 is directly coupled to a single-mode optical fiber 3 by a sphere lens 2.

[Problems to be Solved by the Invention]

However, in the above described structure of the conventional optical semiconductor element module, there have been such defects that the tolerances of the deviation of the optical axes of the optical semiconductor element 1, the sphere lens 2 and the single-mode optical fiber 3 are severe, an expensive facility is needed for the assembly, and besides, it takes a long period of time to adjust the optical axes, which results in increasing the cost.

The present invention is designed with respect to the above described defects, and the object is to provide an optical fiber

terminal for an optical semiconductor element module, which simplifies the adjustment of the optical axes, simplifies the components and enables the price to be lowered.

[Means for Solving the Problems]

In order to achieve the above described object, the optical fiber terminal for the optical semiconductor element module according to the present invention is structured so that a multi-mode optical fiber is formed into a thinly tapered shape, and a single-mode optical fiber is joined to a portion of the multi-mode optical fiber at which a core diameter of the multi-mode optical fiber becomes equal to that of the single-mode optical fiber.

[Operation]

Thus, the optical fiber terminal according to the present invention functions as the single-mode optical fiber when being connected with the outside, and has tolerance equivalent to that of the multi-mode optical fiber in the adjustment in the optical coupled system. Moreover, the optical fiber terminal does not need an expensive facility for assembly, and besides, facilitates the optical axes to be adjusted.

[Embodiments]

Next, the present invention will be described with reference to the drawings.

Figure 1 is a longitudinal sectional view illustrating one embodiment of an optical fiber terminal for an optical semiconductor element module according to the present invention. A multi-mode optical fiber 4 having a predetermined core diameter  $H_1$  is heated by a burner 5 and is extended as is shown

in Figure 2(A), and a tapered portion 6 is formed so that a core diameter  $H_2$  of this tapered portion 6 coincides with a core diameter  $H_3$  of a single-mode optical fiber 7 (see Figure 2(B)). This multi-mode optical fiber 4 is cut in an approximately central position of the tapered portion 6, end faces of the tapered portion 6 and the single-mode optical fiber 7 are butted against each other, the optical axes are made to coincide with each other, and the end faces are joined by the fusion-bonding splice due to electric discharge between electrodes 5a. Thereby, the light which propagates in the multi-mode optical fiber 4 is gradually mode-converted in the tapered portion 6 which has been thinned, and is coupled to the single-mode optical fiber 7 with low loss.

The multi-mode optical fiber 4 is inserted into the hole of a ferrule 8 as is shown in Figure 1, then the ferrule is filled with an adhesive 9, and thereby the multi-mode optical fiber 4 is adhesively fixed in the ferrule 8. Furthermore, an outer coating 10 and a tension member 11 of the single-mode optical fiber 7 are adhesively fixed to the ferrule 8 through a sleeve 12, and thereby the optical fiber terminal is completed.

Figure 3 is a view illustrating a relationship between an increased amount  $\Delta L$  of a coupling loss of LD (semiconductor laser) and the optical fiber and an amount of change  $\Delta Z$  of a distance between a sphere lens and an end face of the optical fiber terminal.  $\Delta L_1$  and  $\Delta L_2$  are  $\Delta L$  curves drawn when the LD and the optical fiber have been coupled by using a single-mode optical fiber and a multi-mode optical fiber, respectively. A permissible range ( $Z$  in a  $Z$  direction while the coupling loss

increases by (L0 from the minimum value is larger when the multi-mode optical fiber has been used ( $Z_2 > Z_1$ ).

Concerning the deviation of the optical axes in directions (directions of x and y axes) perpendicular to the optical axis as well, the sensitivity shown when the multi-mode optical fiber has been used is similarly more alleviated. Accordingly, when the multi-mode optical fiber has been used for the coupled system of the LD module, the adjustment of the optical axes is simplified, the components are simplified, and the price can be lowered.

Figure 4 is a longitudinal sectional view illustrating one embodiment of an optical semiconductor element module using the present invention. A ferrule 8 having the fiber terminal is inserted into a hole 14a of a holder 14 in which a sphere lens 13 has been fixed, and is mechanically fixed by a screw thread member 15 without being adjusted. Then, a stem 18 of an LD package 17 having an optical semiconductor element 16 is butted against the end face of the holder 14, the optical axes are adjusted only in directions of x and y axes, and the stem 18 is fixed to the holder 14 by YAG laser spot welding.

An optical semiconductor element module has been actually manufactured as an experiment. As a result, a coupling of 18 dB was obtained while the coupling loss in the standard is 20 dB, and such characteristics were obtained that the sensitivity for the deviation of the optical axes in such a range that the coupling loss increases by 1 dB was 10  $\mu$ m which was 5 times large compared to 2  $\mu$ m which was obtained when the module was structured only from a conventional single-mode optical fiber,

was thus alleviated. Accordingly, it became possible to achieve the inexpensive optical semiconductor element module in which the adjustment of the optical axes was simplified.

[Advantages of the Invention]

As described above, the optical fiber terminal for the optical semiconductor element module according to the present invention has a multi-mode optical fiber which is formed into such a thinly tapered shape that the core diameter of the multi-mode optical fiber becomes equal to the core diameter of the single-mode optical fiber, and is also joined to the single-mode optical fiber. Thereby, the optical fiber terminal functions as the single-mode optical fiber when being connected with the outside, but has tolerance equivalent to that of the multi-mode optical fiber in the adjustment in the optical coupled system. Thereby, the present invention enables the optical semiconductor element module to be provided which does not need an expensive facility for assembly and facilitates the optical axes to be adjusted, and has an effect of reducing the cost.

#### 4. Brief Description of the Drawings

Figure 1 is a longitudinal sectional view illustrating one embodiment of an optical fiber terminal for an optical semiconductor element module according to the present invention; Figures 2(A) and 2(B) are views for describing a method for producing the optical fiber terminal of the present invention; Figure 3 is a view illustrating a relationship between an increased amount of a coupling loss and an amount of change of a distance between a lens and an end face of the optical fiber

terminal; Figure 4 is a longitudinal sectional view illustrating one embodiment of an optical semiconductor element module using the present invention; and Figure 5 is a block diagram of the conventional optical coupled system.

- 4 .... Multi-mode optical fiber
- 6 .... Tapered portion
- 7 .... Single-mode optical fiber



Figure 3

#1 INCREASED AMOUNT OF COUPLING LOSS

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑪ 公開特許公報(A) 平2-39110

⑫ Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

片内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)2月8日

G 02 B 6/36

Z

8507-2H

6/10

D

7036-2H

# G 02 B 6/42

8507-2H

審査請求 未請求 請求項の枚数 (全3頁)

⑭ 発明の名称 光半導体素子モジュール用光ファイバ端末

⑮ 特 願 昭63-188306

⑯ 出 願 昭63(1988)7月29日

⑰ 発明者 安 藤 晴 康 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 山内 梅雄

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光半導体素子モジュール用光ファイバ端末

## 2. 特許請求の範囲

マルチモード光ファイバをテーパー状に細く屈曲すると共に、シングルモード光ファイバのコア径と同一になった断面に、シングルモード光ファイバを嵌合したことを特徴とする光半導体素子モジュール用光ファイバ端末。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、光通信用光半導体素子モジュールにおいて、特に、光学結合系の光軸調整を簡易化した光半導体素子モジュール用光ファイバ端末に関する。

〔従来の技術〕

シングルモード光ファイバは幹線系から始まり、受信系、加入幹系へと適用領域を拡大している。これに伴い地区間通信専用の低光出力で低価格な光半導体素子モジュールへの要求が高まってきて

いる。この光半導体素子モジュールにおいて、光半導体素子、屈光素子（レンズ系）、光ファイバの組合せを簡易化できれば、コストを低減した安価な光半導体素子モジュールを実現することができる。

しかし、シングルモード光ファイバを用いた光半導体素子モジュールにあっては、マルチモード光ファイバを用いた場合に比べて結合系の光軸ずれに対するトレランスが厳しく、結合部品の寸法精度や組立精度が強く要求されている。そのため、シングルモードファイバ用モジュールの低価格化が困難であった。

第4図は、従来の光半導体素子モジュールの光学結合系の構成例であり、光半導体素子1から出た光をレンズ2により、直線シングルモード光ファイバ3に結合させている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上述した従来の光半導体素子モジュールの構成においては、光半導体素子1、レンズ2、シングルモード光ファイバ3の光軸ず

## 特開平2-39110 (2)

れに対するトレランスが厳しく、組立に高価な設備を必要とし、しかも光軸調整に時間がかかり、コスト高になるという欠点があった。

本発明の目的は上述した欠点に満ちなされたもので、光軸調整の簡易化、構成部品の標準化を図り、低価格化を可能にした光半導体素子モジュール用光ファイバ結束を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

前記した目的を達成するために、本発明に係わる光半導体素子モジュール用光ファイバ結束は、マルチモード光ファイバをテープ状に細く形成すると共に、シングルモード光ファイバのコア部と同一になった部分、シングルモード光ファイバを接合した構成としたものである。

(作用)

このように本発明にあっては、外部との接続はシングルモード光ファイバであり、かつ光軸結合系の調整においては、マルチモード光ファイバと同等のトレランスを有している。従って、組立に高価な設備を必要とすることなく、しかも光軸調

整が容易である。

(実施例)

次に、本発明について図面を参照して説明する。

第1図は本発明に係わる光半導体素子モジュール用光ファイバ結束の一実施例を示す縦断面図である。所定のコア径D<sub>1</sub>を有するマルチモード光ファイバ1は、第2図(A)に示すように、パターンで加熱、延伸され、テープ幅が形成され、このテープ部6のコア部H<sub>1</sub>をシングルモード光ファイバ2のコア径D<sub>2</sub>と一致させるようにしている(第2図(B)参照)。このマルチモード光ファイバ1をテープ部6の軸中央位置で切断し、シングルモード光ファイバ1と、その端面同士を突き合わせて光軸を一致させた後、電圧5kV間の放電による融着スプライスにより接合する。これにより、マルチモード光ファイバ1中を伝播する光は、細くなったテープ部6の端面で徐々にモード変換されてシングルモード光ファイバ2へと伝播して結合される。

マルチモード光ファイバ1は、第1図に示すよ

うにフェルール8の穴内へ挿入された後、接着剤を充填し、これによってマルチモード光ファイバ1をフェルール8内に接着固定している。さらに、シングルモード光ファイバ2の外径D<sub>3</sub>とフェルール8の内径D<sub>4</sub>はスリーブ12を介してフェルール8に接着固定されており、これによって光ファイバ結束が完成している。

第3図は、球レンズと光ファイバ結束断面との距離のずれΔZに対するD<sub>1</sub>(半導体レーザ)と光ファイバの結合損失の増加量ΔLの関係を示すものである。ΔL<sub>1</sub>、ΔL<sub>2</sub>はそれぞれシングルモード光ファイバおよびマルチモード光ファイバを用いて結合を行った場合のΔLと距離である。図3からΔL<sub>1</sub>は、増加するまでのZ方向の許容範囲ΔZは、マルチモード光ファイバを用いた方が大きい(ΔZ<sub>1</sub> > ΔZ<sub>2</sub>)。

また、光軸に垂直な方向の軸ずれ(X、Y軸方向)に関しても、同様に、マルチモード光ファイバを用いた方が許容範囲は緩和される。従って、L<sub>1</sub>モジュールの結合系に用いた場合には、光軸調整

の簡易化、構成部品の標準化が図れ、低価格化が可能となる。

また、第4図は本発明を用いた光半導体素子モジュールの一実施例の縦断面図である。球レンズ13の固定されたホルダ14の穴14a内に、ファイバ結束を有するフェルール8を挿入し、これをねじ部材15により無調整で機械的に固定する。そして、光半導体素子16を有するL<sub>1</sub>パッケージ17のスタンプ18をホルダ14の端面に突き当てて、X、Y軸方向にのみ光軸調整を行った後、YAGレーザスポット照射により固定する。

実際に光半導体素子モジュールを製作したところ、結合損失2.9dBの端面に対し、1.8dBの結合が得られ、結合損失1dBの増加範囲が、従来のシングルモード光ファイバのみで構成した場合の±0.6mmに比べ、5倍の±3.0mmと増大し、低価格の廉価化された特徴が得られた。従って、光軸調整が簡易化された安価な光半導体素子モジュールを実現することが可能になった。

(発明の効果)

## 特開平2-39110 (3)

以上説明したように本発明に係る光半導体素子モジュール用光ファイバ端部は、マルチモード光ファイバのコア径を、シングルモード光ファイバのコア径と同一になるようにテーパ状に細く形成し、かつシングルモード光ファイバと接合することにより、外題との接続はシングルモード光ファイバでありながら、光学結合系の調整においては、マルチモード光ファイバと同等のトレランスを有している。これにより、組立に簡便な設備を必要とすることなく、光軸調整が簡易な光半導体素子モジュールを提供することが可能となり、コストの低減を図ることができるという効果を奏する。

## 4. 図面の簡単な説明

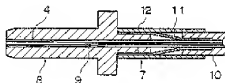
第1図は本発明に係る光半導体素子モジュール用光ファイバ端部の一実施例を示す縦断面図、第2図(A)、(B)は本発明の光ファイバ端部の作製法を説明するための図、第3図はレンズと光ファイバ端部間の距離の変化量に対する結合損失の増加量の関係を示す図、第4図は本発明を

用いた光半導体素子モジュールの一実施例を示す縦断面図、第5図は従来の光学結合系の構成図である。

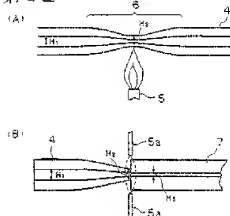
- 1 ……マルチモード光ファイバ、
- 2 ……テーパ部、
- 3 ……シングルモード光ファイバ。

発 明 人 日本電気株式会社  
代 理 人 弁 理 士 山内梅雄

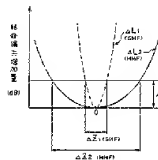
第1図



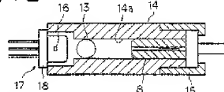
第2図



第3図



第4図



第5図

